

85-204297/34

D15

NISH-20.01.84

D(4-88)

036

NISHIHARA ENVIRONME

\*DE 3501-585-A

10.02.84-JP-021814 (+JP-007250) (14.08.85) C02f-03/12

Removing nitrogen and phosphorus from waste water - using activated sludge with aerobic bacteria, with alternate mixing and aeration stages

C85-089010

Removal of N and P from waste water, using activated sludge with aerobic bacteria involves:

(a) continuous and gradual addn. of the waste water to a vessel contg. the sludge;

(b) stirring the liq. mixt. in the vessel until there is  $O_2$  deficiency and an anaerobic condition, so that denitrification occurs in the  $O_2$  deficient state and P is then liberated from the slurry in the anaerobic state;

(c) aerating the liq. mixt. so that denitrification is completed, while P is taken up in the slurry;

(d) repeating the cycle at least 2x, ending each cycle within 2 h, with a ratio of stirring time : aeration time of 1:1-5;

(e) allowing the liq. mixt. to settle, to give a supernatant liq. and the slurry; and

(f) draining off the supernatant liq. as effluent and using the settled slurry again to treat waste water.

**ADVANTAGE**

The process is efficient. Aeration is controlled to give a pre-determined amt. of dissolved  $O_2$  in the liq. mixt..

**PREFERRED PROCESS**

Treatment in the vessel may be carried out while the feed of waste water is interrupted, opt. with withdrawal of part of the settled slurry. Settling may be carried out while the feed of waste water is continued, opt. with withdrawal of part of the settled slurry. The air feed rate during aeration is controlled to give a pre-determined amt. of dissolved  $O_2$  to ensure denitrification and removal of P.

The stirred and aerated liq. mixt. may be passed to a settling basin in which settling is carried out, so that the waste water is treated continuously, and the settled slurry is recycled to the treatment vessel. (28pp510D AHDwgNo9/9).

D/ 301545-A



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 35 01 585.3  
②2 Anmeldetag: 18. 1. 85  
④3 Offenlegungstag: 14. 8. 85

DE 3501585 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

20.01.84 JP 7250/84

10.02.84 JP 21814/84

⑦1 Anmelder:

Nishihara Environmental Sanitation Research Corp.  
Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

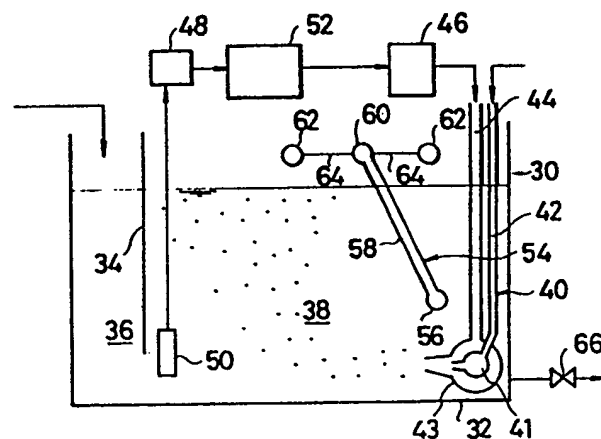
Boehmert, A., Dipl.-Ing.; Hoormann, W., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Goddar, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw.; Stahlberg, W., O, Rechtsanwalt., 2800  
Bremen; Eitner, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000  
München; Kuntze, W., Rechtsanwalt., 2800 Bremen

⑦2 Erfinder:

Tabata, Shin-ichi; Suzuki, Tomio; Hamamoto,  
Youichi; Hayakawa, Noboru; Watanabe, Kaoru,  
Tokio/Tokyo, JP

⑤4 Belebt-Schlamm Verfahren

Ein Verfahren zum Entfernen von Stickstoff und Phosphor aus Abwasser durch Verwendung eines Belebt-Schlammes mit aerobischen Bakterien wird beschrieben. Das Abwasser wird kontinuierlich und schrittweise in ein Behandlungsbassin geführt, in welchem der Schlamm enthalten ist, so daß eine gemischte Flüssigkeit, bestehend aus dem Abwasser und dem Schlamm, darin gebildet wird. Ein aus einem Rührschritt und einem Belüftungsschritt bestehender Zyklus wird mindestens zweimal wiederholt, und jeder Zyklus wird innerhalb von zwei Stunden beendet, wobei das Verhältnis von Rührzeit zu Belüftungszeit zwischen 1 : 1 und 1 : 5 liegt. Im Rührschritt zeigt die gemischte Flüssigkeit Sauerstoffmangelbedingung und eine nachfolgende anaerobische Bedingung. Nitrifikation tritt im Sauerstoffmangelzustand auf und die aerobischen Bakterien setzen Phosphor im anaerobischen Zustand frei. Während des Belüftungsschrittes wird Denitrifikation bewirkt, während die Bakterien Phosphate aus der gemischten Flüssigkeit stark aufnehmen.



DE 3501585 A1

## A n s p r ü c h e

=====

1. Verfahren zum Entfernen von Stickstoff und Phosphor aus Abwasser durch Verwendung von Belebt-Schlamm mit aerobischen Bakterien, gekennzeichnet durch die Schritte:

Kontinuierliches und graduelles Zuführen des Abwassers in ein Behandlungsbassin, in welchem sich der Schlamm befindet, so daß eine gemischte Flüssigkeit, bestehend aus dem Abwasser und dem Schlamm, gebildet wird;

Rühren der gemischten Flüssigkeit in dem Behandlungsbassin, bis sie in einem Sauerstoffmangelzustand und einem anschließenden anaeroben Zustand vorliegt, so daß Denitrifikation im Sauerstoffmangelzustand bewirkt wird und dann Phosphor aus dem Schlamm beim anaeroben Zustand freigesetzt wird;

Belüften der gemischten Flüssigkeit so, daß Nitrifikation vervollständigt wird, während Phosphor vom Schlamm aufgenommen, wird;

mindestens zweimaliges Wiederholen eines aus den Rühr- und Belüftungsschritten bestehenden Zyklus, so daß jeder Zyklus innerhalb von zwei Stunden beendet ist, wobei das Verhältnis von Rühr-Zeit zur Belüftungszeit zwischen 1:1 und 1:5 liegt;

Absitzenlassen der gerührten und belüfteten gemischten Flüssigkeit, um sie in eine überstehende Flüssigkeit und den Schlamm aufzutrennen; und

Ablassen der Überstandsflüssigkeit als Abfluß und Wiederverwenden des abgesetzten Schlammes zur Behandlung von Abwasser.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungsschritt im Behandlungsbassin durchgeführt wird, während die Zufuhr von Abwasser in dieses unterbrochen ist; und daß ein Teil des abgesetzten Schlammes, falls notwendig, aus dem Behandlungsbassin abgezogen wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absatz-Schritt im Behandlungsbassin durchgeführt wird, während die Zufuhr von Abwasser in dasselbe fortgesetzt wird; und daß ein Teil des abgesetzten Schlammes, falls notwendig, aus dem Behandlungsbassin abgezogen wird.

4. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß während des Belüftungsschrittes die Zuführungsgeschwindigkeit von Luft derart gesteuert wird, daß die Konzentration gelösten Sauerstoffs in der gemischten Flüssigkeit auf einen vorherbestimmten Wert eingestellt wird, um Denitrifikation und Phosphor-Entfernung sicherzustellen.

5. Verfahren, wie in Anspruch 1 beansprucht, wobei die gerührte und belüftete gemischte Flüssigkeit zu einem Absatzbassin überführt wird und in diesem der Absatzschrift durchgeführt wird, wodurch das Abwasser kontinuierlich

behandelt wird, wobei der abgesetzte Schlamm in das Behandlungsbassin zur Behandlung von Abwasser rückgeführt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß während des Belüftungsschrittes die Zufuhrgeschwindigkeit von Luft derart gesteuert wird, daß die Konzentration gelösten Sauerstoffs in der gemischten Flüssigkeit auf einen vorherbestimmten Wert eingestellt wird, um Denitrifikation und Phosphor-Entfernung sicherzustellen.

## BOEHMERT &amp; BOEHMERT

ANWALTSOZIELIÄT

Boehmert &amp; Boehmert, Postfach 10 71 27, D-2800 Bremen 1

An das  
Deutsche Patentamt  
Zweibrückenstrasse 12  
8000 München 2

PATENTANWALT DR.-ING. KARL BOEHMERT (1933-1973)  
PATENTANWALT DIPL.-ING. ALBERT BOEHMERT, \* BREMEN  
RECHTSANWALT WILHELM J. H. STAHLBERG, BREMEN  
PATENTANWALT DR.-ING. WALTER HOORMANN, \* BREMEN  
PATENTANWALT DIPL.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, \* BREMEN  
PATENTANWALT DIPL.-ING. EDMUND F. EITNER, \* MÜNCHEN  
RECHTSANWALT WOLF-DIETER KUNTZE, BREMEN  
PATENTANWÄLTIN DIPL.-CHEM. DR. C. NEIDL-STIPPLER, \* MÜNCHEN  
\* EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

Ihr Zeichen  
Your ref.

Ihr Schreiben vom  
Your letter of

Unser Zeichen  
Our ref.

Bremen,  
Hollerallee 32

Neuanmeldung

NXM 853

17. Januar 1985

NISHIHARA ENVIRONMENTAL SANITATION RESEARCH CORPORATION  
LIMITED, 6-18, Shibaura 3-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan  
-----  
Belebt-Schlamm Verfahren  
-----

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen von  
Stickstoff und Phosphor aus Abwasser durch Verwendung  
von Belebt-Schlamm mit aerobischen Bakterien.

Es sind verschiedene Verfahren mit aktiviertem oder be-  
lebtem Schlamm zur Entfernung von Stickstoff und/oder  
Phosphaten aus Abwasser durch Verwendung eines belebten  
Schlammes mit aerobischen Bakterien vorgeschlagen worden,  
um abgeschlossene Wasserflächen wie Seen und Buchten vor  
Eutrophierung zu schützen.

Eines der Belebt-Schlammverfahren zur Denitrifikation

und Phosphorentfernung ist in den Fig. 1 und 2 dargestellt. Die Fig. 1 zeigt einen Tank 10, in welchem eine Trennplatte 12 vorgesehen ist. Die Trennplatte 12 teilt den Tank 10 in ein Bassin 14 zur Vorbehandlung des Abwassers mittels einer geringen Menge des in diesem enthaltenen Schlammes und ein Bassin 16, zum Behandeln des Abwassers durch den im Tank 10 enthaltenen Schlamm, wobei eine gemischte Flüssigkeit, bestehend aus dem Abwasser und dem Schlamm im Bassin 16, gebildet wird. Ein Luftverteiler 18 ist am Boden des Behandlungsbassins 16 angeordnet, um die im Behandlungsbassin 16 aufgenommene gemischte Flüssigkeit zu belüften. Fig. 2 zeigt einen Zeitplan, gemäß dem die gemischte Flüssigkeit behandelt wird. Wie in Fig. 2 gezeigt, wird die gemischte Flüssigkeit im Behandlungsbassin 16 durch den Luftverteiler 18 über einen Zeitraum von drei Stunden belüftet. Bei diesem aerobischen Zustand wird Nitrifikation in der gemischten Flüssigkeit vervollständigt. D. h., daß in der gemischten Flüssigkeit enthaltener Ammoniakstickstoff nitrifiziert und in Nitrat-Stickstoff umgewandelt wird. Andererseits wird in der gemischten Flüssigkeit enthaltener Phosphor durch die Schlamm-bakterien aufgenommen, wobei in der gemischten Flüssigkeit vorhandenes organisches Material auch verbraucht wird. Anschließend wird es der gemischten Flüssigkeit erlaubt, sich über einen Zeitraum von einer Stunde derart abzusetzen, so daß sie in eine Überstandsflüssigkeit und den Schlamm aufgetrennt wird. Nachdem das Absetzen begonnen hat, zeigt die gemischte Flüssigkeit einen Sauerstoffmangel-Zustand, so daß aufgrund der Gegenwart der Schlamm-bakterien Nitrat-Stickstoff der Reduktion unterworfen wird, während das

organische Material der Oxidation unterworfen wird, wodurch die Nitrifikation hervorgerufen wird. Nachdem das Absetzen beendet ist, wird die Überstandsflüssigkeit als Abfluß aus dem Behandlungsbassin 16 über einen Zeitraum von zwei Stunden abgelassen, während ein neuer Abwasserschamm in das Behandlungsbassin 16 durch das Vorbehandlungsbassin 14 eingeführt wird. Zum Ablassen der Überstandsflüssigkeit wird ein in diesem Bereich wohl bekannter Dekantierer, wie in Fig. 1 gezeigt, eingesetzt. Andererseits wird der abgesetzte Schlamm teilweise aus dem Behandlungsbassin 16 abgezogen, falls notwendig, und der Rest zur Behandlung des neuen Abwassers wieder verwendet. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, benötigt ein aus den Belüftungs-, Absetz- und Ablassschritten bestehender Zyklus sechs Stunden und wird viermal pro Tag wiederholt.

Das oben beschriebene Belebt-Schlammverfahren ist insofern nicht zufriedenstellend, weil die Denitrifikation und die Phosphatentfernung lediglich mit einem niedrigen Prozentsatz (etwa 60%) erzielt werden.

Die japanische Patentpublikation Nr. 56 (1981)-53435 beschreibt ein Belebt-Schlammverfahren, bei welchem ein aus Rühr- und Belüftungsschritten bestehender Zyklus in einem einzelnen Tank wiederholt wird, in welchem eine gemischte Flüssigkeit, bestehend aus Abwasser und Belebt-Schlamm, enthalten ist, wobei die Rührzeit und die Belüftungszeit derart gesteuert werden, daß das Verhältnis von Nitratstickstoff zu Ammoniakstickstoff innerhalb eines vorherbestimmten Bereiches gehalten wird, wodurch Denitrifikation mit



hoher Effizienz erzielt wird. Dieses Belebt-Schlammverfahren ist aber insofern nicht zufriedenstellend, da fast keine Phosphor-Entfernung stattfindet, obwohl die Denitrifikation hoch effizient erzielt wird.

Im allgemeinen ist es für die hocheffiziente Entfernung von Phosphor aus Abwasser unter Verwendung des Belebt-Schlammes notwendig, die gemischte Flüssigkeit anaerobischen Bedingung zu unterwerfen, so daß die aerobischen Bakterien Phosphor in die gemischte Flüssigkeit entlassen, um am Leben zu bleiben. Dies findet statt, da die aeroben Bakterien, die zur Freisetzung von Phosphor unter Druck gesetzt wurden, so dann sehr stark Phosphor aus der gemischten Flüssigkeit aufnehmen, so daß Phosphor aus dem Abwasser mit hoher Effizienz entfernt wird.

"Water SA", Vol. 2, Nr. 3, Juli 1976, beschreibt ein Belebt-Schlammverfahren zur Durchführung von Denitrifikation und Phosphorentfernung mit relativ hoher Effizienz. Dieses Verfahren mit aktiviertem Schlamm kann durch ein wie in Fig. 3 gezeigtes Flußdiagramm erklärt werden. In Fig. 3 wird das Abwasser zuerst in ein anaerobisches Bassin 22 eingebracht, in welchem sich der Schlamm befindet, so daß eine gemischte Flüssigkeit, bestehend aus dem Abwasser und Schlamm, gebildet wird. Die gemischte Flüssigkeit wird im Bassin 22 gehalten, bis Phosphor von den Schlamm-Bakterien freigesetzt wird. Die gemischte Flüssigkeit wird sodann in ein im Sauerstoffmangel-Zustand Bassin 24, überführt in welchem Denitrifikation durchgeführt wird. Die gemischte Flüssigkeit wird weiterhin in ein anaerobisches Bassin 26 überführt, in welchem Phosphor stark durch die Schlamm-Bakterien aufgenommen wird, während der ver-

bleibende Ammoniakstickstoff nitrifiziert und in Nitrat-Stickstoff umgewandelt wird. Für die Denitrifikation wird ein Teil der belüfteten gemischten Flüssigkeit aus dem aerobischen Bassin 26 zum anoxidischen Bassin 24 rückgeführt. Anschließend wird die gemischte Flüssigkeit vom aerobischen Bassin 26 in ein Absetzbecken 28 überführt, wo sie in eine Überstandsflüssigkeit und den Schlamm aufgetrennt wird. Die Überstandsflüssigkeit wird als Abfluß abgelassen, während der abgesetzte Schlamm in das anaerobische Bassin 22 rückgeführt wird.

Dieses Verfahren mit aktiviertem Schlamm oder auch Belebtschlammverfahren ist insofern zufriedenstellend, als Denitrifikation und Phosphorentfernung mit relativ hoher Effizienz erzielt werden können, zieht jedoch den Nachteil mit sich, daß es die Notwendigkeit vier Bassins 22, 24, 26 und 28 vorzusehen, nach sich zieht, von denen jedes eine große Kapazität haben muß, da die Menge der in jedem Bassin aufzunehmenden gemischten Flüssigkeit sich ändert. Zusammenfassend benötigt dieses Verfahren eine große und teure Anlage.

Demzufolge ist es ein Hauptziel der Erfindung, ein Verfahren zum Entfernen von Stickstoff und Phosphor mit hoher Effizienz aus Abwasser zu schaffen, indem aktivierter Schlamm mit aerobischen Bakterien eingesetzt wird, wobei die oben aufgeführten Nachteile eliminiert werden können.

Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, ein Verfahren, wie oben erwähnt, zu schaffen, wobei die Belüftung gesteuert wird, um die Dichte gelösten Sauerstoffs in einer gemischten Flüssigkeit, bestehend aus dem Abwasser und

dem Schlamm, auf einen vorherbestimmten Wert einzustellen, um hocheffiziente Denitrifikation und Phosphorentfernung sicherzustellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, daß gekennzeichnet ist durch die Schritte; Kontinuerliches und graduelles Zuführen des Abwassers in ein Behandlungsbassin, in welchem sich der Schlamm befindet, so daß eine gemischte Flüssigkeit, bestehend aus dem Abwasser und dem Schlamm, gebildet wird;

Rühren der gemischten Flüssigkeit in dem Bandlungsbecken, bis sie in einem Sauerstoffmangelzustand und einem anschließend anaeroben Zustand vorliegt, so daß Denitrifikation im Sauerstoffmangelzustand bewirkt wird und dann Phosphor aus dem Schlamm beim anaeroben Zustand freigesetzt wird;

Belüften der gemischten Flüssigkeit so, daß Denitrifikation vervollständigt wird, während Phosphor vom Schlamm aufgenommen wird;

mindestens zweimaliges Wiederholen eines aus den Rühr- und Belüftungsschritten bestehenden Zyklus, so daß jeder Zyklus innerhalb von zwei Stunden beendet ist, wobei das Verhältnis von Rühr-Zeit zur Belüftungszeit zwischen 1:1 und 1:5 liegt;

Absitzenlassen der erührten und belüfteten gemischten Flüssigkeit, um sie in eine überstehende Flüssigkeit und den Schlamm aufzutrennen; und

Ablassen der Überstandsflüssigkeit als Abfluß und

Widerverwenden des abgesetzten Schlammes zur Behandlung von Abwasser.

Bei diesem Verfahren kann der Absetzschrift im Behandlungsbassin durchgeführt werden. In diesem Fall kann die Zufuhr von Abwasser in das Behandlungsbassin unterbrochen oder fortgesetzt werden. Wenn das Abwasser kontinuierlich in das Behandlungsbassin während des Absetzschriftes zugeführt wird, wird es einer Vorbehandlung durch den Absetzschlamm derart unterworfen, daß die nachfolgende Behandlung des Abwassers effektiver durchgeführt wird. Andererseits kann die belüftete und gerührte gemischte Flüssigkeit in ein Absetzbecken überführt werden, in welchem der Absitzschritt durchgeführt wird. In diesem Fall wird das Abwasser kontinuierlich behandelt.

Um eine hocheffiziente Denitrifikation und Phosphorentfernung sicherzustellen, ist es bevorzugt, die Belüftung derart zu steuern, daß die Konzentration gelösten Sauerstoffs in der gemischten Flüssigkeit auf einen vorherbestimmten Wert eingestellt wird, wodurch der Sauerstoffmangelzustand für die Denitrifikation und der anaerobe Zustand zum Freisetzen von Phosphor aus dem Schlamm sicher im darauffolgendem Schritt erzielt wird.

Obige und weitere Ziele und neuartige Merkmale der Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung verständlicher sein, wenn dieselben bei unter Zuhilfenahme der begleitenden Zeichnungen gelesen wird. Selbstverständlich sollen die Zeichnungen keinesfalls eine Definition der Grenzen der Erfindung

sein. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer konventionellen Anlage zur Durchführung eines Verfahrens mit Belebt-Schlamm zur Denitrifikation und Phosphatentfernung;
- Fig. 2 einen Zeitplan, demgemäß das Verfahren der Fig. 1 durchgeführt wird;
- Fig. 3 ein Flußdiagramm einer konventionellen Anlage zum Durchführen eines Verfahrens mit Belebt-Schlamm, wobei das Abwasser kontinuierlich zur Denitrifikation und Phosphorentfernung behandelt wird;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Anlage zur Durchführung eines Verfahrens gemäß der Erfindung mit Belebt-Schlamm;
- Fig. 5 ein Zeitplan, nach dem das Verfahren der Fig. 4 durchgeführt wird;
- Fig. 6 ein Flußdiagramm für das erfindungsgemäße Verfahren mit Belebt-Schlamm, wobei das Abwasser kontinuierlich behandelt wird;
- Fig. 7 ein Zeitplan, gemäß dem das Verfahren der Fig. 6 durchgeführt wird;
- Fig. 8 ein Graph der Beziehung zwischen Prozentsatz entferntes Phosphat und dem Verhältnis von Rührzeit zu Belüftungsdauer und
- Fig. 9 ein Graph, welcher das Verhältnis zwischen Prozent entferntem Phosphat und der Länge eines Zyklus, der aus einem Rührschritt und einem Belüftungsschritt besteht, zeigt.

Wie in Fig. 4 gezeigt wird eine Anlage zur Durchführung

des erfindungsgemäßen Belebtschlammverfahrens durch das Bezugszeichen 30 bezeichnet und weist einen einzelnen Tank 32, in welchem eine Trennplatte 34 vorgesehen ist, auf. Die Trennplatte 34 trennt das Innere des Tanks 32 in zwei Bassins, nämlich ein Bassin 36, um Abwasser in den Tank 32 zu führen und ein Bassin 38, um das Abwasser durch den im Tank 32 enthaltenen aktivierten Schlamm zu behandeln. Im Bassin 36 wird das eingeführte Abwasser mit einer geringen Menge des in diesem befindlichen Schlammes vorbehandelt. Die Anlage 30 weist auch eine Rühr- und Belüftungsvorrichtung 40 auf, ein Teil derer in dem Abwasserschamm oder der gemischten Flüssigkeit, die im Behandlungsbassin 38 aufgenommen ist, eingetaucht ist. Die Vorrichtung 40 umfaßt ein paar Rohre 42 und 44, die mit am Boden des Behandlungsbassins 38 angeordneten Sammlern 41 und 43 verbunden sind. Wie in Fig. 4 gezeigt, ist der Sammler 41 des Rohres 42 kleiner als der Sammler 43 des Rohres 44 und in diesem aufgenommen. Die Sammler besitzen Düsen und die Düsen sind miteinander ausgerichtet. Die Rohre 42 und 44 werden zum Rühren der gemischten Flüssigkeit durch Ausstoßen eines Teils der gemischten Flüssigkeit aus der Düse eingesetzt. In diesem Fall wird ein Teil der gemischten Flüssigkeit in das Rohr 42 bspw. durch eine (nicht gezeigte) Pumpe eingeführt, die in dem Behandlungsbassin 38 vorgesehen ist. Andererseits wird das Rohr 44 dazu eingesetzt, die gemischte Flüssigkeit durch Ausstoßen von Luft aus der Düse zu belüften. Das heißt, daß die gemischte Flüssigkeit dadurch belüftet wird, indem gleichzeitig ein Teil der gemischten Flüssigkeit und Luft aus den

Düsen der Sammler 41 und 43 ausgestoßen wird. Die Luft wird in das Rohr 44 bspw. durch eine Blasvorrichtung 46 zugeführt.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird Abwasser kontinuierlich und schrittweise in das Behandlungsbassin 38 durch das Zuführbassin 36 eingeführt. Während der Zufuhr des Abwassers wird es durch den aktivierten Schlamm, der im Tank 32 enthalten ist, gemäß einem Zeitplan behandelt, von dem ein Beispiel in Fig. 5 gezeigt ist. D. h., die gemischte Flüssigkeit, die im Behandlungsbassin 38 gehalten wird, wird durch Ausstoßen eines Teils der gemischten Flüssigkeit aus der Düse des Rohres 42 gerührt. Dieser Rührschritt wird über einen Zeitraum von 45 Minuten durchgeführt. Bei diesem Rührschritt besitzt die gemischte Flüssigkeit einen Sauerstoffmangel-Zustand und einen nachfolgenden anaeroben Zustand. Im Sauerstoffmangel-Zustand wird in der gemischten Flüssigkeit enthaltener Nitratstickstoff der Reduktion unterworfen und darin enthaltenes organisches Material der Oxidation unterworfen, wodurch eine Denitrifikation hervorgerufen wird. Beim nachfolgenden anaeroben Zustand setzen die in der gemischten Flüssigkeit enthaltenen aerobischen Bakterien Phosphor in das Abwasser frei, um am Leben zu bleiben. Anschließend wird die gemischte Flüssigkeit durch gleichzeitiges Ausstoßen eines Teils der gemischten Flüssigkeit und Luft aus den Düsen der Sammler 41 und 43 belüftet. Dieser Belüftungsschritt wird über einen Zeitraum von 15 Minuten durchgeführt. Bei diesem Belüftungsschritt wird in der gemischten Flüssigkeit enthaltener Ammonium-Stickstoff nitrifiziert und zu Nitratstickstoff umgewandelt, während die

Bakterien stark Phosphor aus der gemischten Flüssigkeit aufnehmen. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, wird ein aus Rühr- und Belüftungsschritten bestehender Zyklus viermal wiederholt. Anschließend wird die gerührte und belüftete gemischte Flüssigkeit in eine Überstandsflüssigkeit und den Schlamm absitzen gelassen und die Überstandsflüssigkeit anschließend als Abfluß abgelassen. Die Absetz- und Abfluß-Schritte werden jeweils über einen Zeitraum von einer Stunde durchgeführt.

Beim oben genannten Verfahren ist es bevorzugt, die Luftzuführrate während des Belüftungsschritts derart zu steuern, daß der Sauerstoffmangel-Zustand und der nachfolgende anaerobe Zustand sicher im Rührschritt erzielt werden können. Zu diesem Zweck ist die Anlage 30 mit einem DO-Meter 48 zum Messen der Konzentration gelösten Sauerstoffs in der gemischten Flüssigkeit ausgerüstet. Das DO-Meter umfaßt einen DO-Sensor 50, der in die gemischte Flüssigkeit eingetaucht ist, und ist mit einem Computer 52 verbunden, der die Blaseinrichtung 46 auf Grundlage der gemessenen Konzentration gelösten Sauerstoffs steuert, so daß diese Konzentration auf einen vorherbestimmten Wert eingestellt wird. Bei dem Verfahren, welches nach dem Zeitplan der Fig. 5 durchgeführt wird, wird die Konzentration gelösten Sauerstoffs bei etwa 2 mg pro Liter gehalten. Die aufrechterhaltene Konzentration ändert sich natürlich mit der Länge des Rührschrittes und dem Gehalt organischen Materials des Abwassers. Kurz gesagt sollte die Konzentration gelösten Sauerstoffs während des Belüftungsschrittes so gehalten werden, daß der Sauerstoffmangel-Zustand und der anaerobe Zustand sicher im Rührschritt erzielt werden. Um die Konzentration gelöster Luft auf dem vorherbestimmten Wert



zu halten, kann die Zuführrate von Luft durch Einstellen der Geschwindigkeit der Blaseinrichtung 46 und/oder durch intermittierendes Anstellen der Blaseinrichtung 46 gesteuert werden.

Beim Ablassschritt wird die überstehende Flüssigkeit durch einen Dekantierer 54 abgelassen, der eine Leitung 56 umfaßt, die schwenkbar in dem Behandlungsbassin 38 angebracht ist, ein Überlaufrohr 58, das sich senkrecht von der Leitung 56 erstreckt und eine Überlauf-Öffnung 60, die an seinem freien Ende ausgebildet ist, besitzt, und ein Paar Schwimmer 62, die schwenkbar am freien Ende des Überfließrohres 58 durch ein Stangenglied 64 verbunden sind. Der Dekantierer 54 kann um die Längsachse der Leitung 56 geschwenkt werden, um dem Niveau der Überstandsflüssigkeit zu folgen, so daß die Überstandsflüssigkeit in das Überlaufrohr 58 durch die Überlauföffnung 60 fließt und aus dem Behandlungsbassin 38 durch die Leitung 56 abgelassen wird. Andererseits wird der abgesetzte Schlamm zur Behandlung neuen Abwassers, das in das Behandlungsbecken 38 eingeführt wird, wieder verwandt, obwohl ein Anteil des abgesetzten Schlammes aus dem Behandlungsbassin 38 durch einen Ablasshahn 66, falls notwendig, abgezogen werden kann.

Während der Absetz- und Ablassschritte wird die Zufuhr von Abwasser in das Behandlungsbassin 38 unterbrochen, wenn die Kapazität des Tanks 32 gering ist. In diesem Fall ist es zweckmäßig, zwei Tanks einzusetzen, in welche das Abwasser alternierend eingeführt wird, so daß es kontinuierlich behandelt wird. Falls der Tank

32 eine große Kapazität besitzt, kann die Zufuhr von Abwasser in das Behandlungsbecken während der Absitz- und Ablassschritte fortgesetzt werden. In diesem Fall wird das zugeführte Abwasser einer Vorbehandlung durch den Schlamm unterworfen, so daß die nachfolgende Behandlung wirksam durchgeführt werden kann.

Wenn das Abwasser durch das oben genannte Verfahren behandelt wird, betragen die Prozentsätze der Denitrifikation und der Phosphorentfernung etwa 90%. Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Vergleich zwischen dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem Verfahren nach dem Stand der Technik, der in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, hinsichtlich der Prozentsätze der Denitrifikation und der Phosphorentfernung:

Tabelle

	Verfahren - Stand der Technik			Erfindung		
	Abwasser	Überstands- flüssigkeit	Entfernt %	Abwasser	Überstands- flüssigkeit	Entfernt %
pH	7.5	7.4	--	7.6	7.2	--
BOD	129	8.6	93.3	192	14.1	92.7
T-N	24.9	11.1	55.4	42.5	3.29	92.3
T-P	3.67	1.29	64.9	5.30	0.44	91.7

BOD: Biochemischer Sauerstoff-Bedarf  
 T-N: Gesamt-Stickstoff  
 T-P: Gesamt-Phosphor

Die Fig. 6 und 7 zeigen ein Verfahren mit Delebt-Schlamm gemäß der Erfindung zur kontinuierlichen Behandlung von Abwasser. Wie in Fig. 6 gezeigt, wird das Abwasser kontinuierlich und schrittweise in ein Behandlungsbassin 68 geführt, in welchem der aktivierte Schlamm enthalten ist, so daß eine gemischte Flüssigkeit aus dem Abwasser und dem Schlamm im Behandlungsbassin 68 gebildet wird. In diesem Fall ist es notwendig, die gemischte Flüssigkeit in das Behandlungsbassin 68 in pfropfenartigem Fluß zu überführen, damit das Abwasser gleichmäßig behandelt wird. Das Abwasser wird durch den Schlamm gemäß einem Zeitplan, wie dem in Fig. 7 gezeigten, behandelt, insbesondere wird ein aus einem Rührschritt (schraffierte Bereich in Fig. 7) und einem Belüftungsschritt (freie Bereiche in Fig. 7) bestehender Zyklus kontinuierlich im Behandlungsbassin 68 wiederholt, so daß das Abwasser zur Denitrifikation und Phosphorentfernung behandelt wird. Der Rührschritt wird über einen Zeitraum von 45 Minuten durchgeführt, so daß die gemischte Flüssigkeit in Sauerstoffmangel-Zustand und einem nachfolgenden anaeroben Zustand vorliegt. In der gleichen Weise wie beim oben beschriebenen Verfahren wird Denitrifikation im Sauerstoffmangel-Zustand bewirkt und die im Schlamm enthaltenen aerobischen Bakterien setzen Phosphor in der gemischten Flüssigkeit zum Überleben unter der anaeroben Bedingung frei. Der Belüftungsschritt wird auch über einen Zeitraum von 15 Minuten derart durchgeführt, so daß Ammoniakstickstoff, der in der gemischten Flüssigkeit eingeschlossen ist, nitriert und zu Nitratstickstoff umgewandelt wird, während die Bakterien, die Phosphor freigesetzt haben, stark Phosphor aus der gemischten Flüssigkeit aufnehmen. Nachdem das Abwasser behandelt worden ist, wird es kontinuierlich in ein Absetzbecken 70 überführt und in eine Überstands-

flüssigkeit und den Schlamm aufgetrennt. Die Überstandsflüssigkeit wird als Abfluß aus dem Absetzbecken 70 abgelassen und der abgesetzte Schlamm wird zum Behandlungsbassin 68 zur Behandlung von Abwasser rückgeführt. Zusätzlich wird, falls notwendig, ein Anteil des abgesetzten Schlammes aus dem Absetzbecken 70 abgezogen.

Bei diesem Verfahren können die Rühr- und Belüftungsschritte durch die in Fig. 4 gezeigte Vorrichtung 40 oder durch einen Rührer mit Flügeln und einem Luft-Verteiler, wie in Fig. 1 gezeigt, durchgeführt werden. Selbstverständlich kann die Luftzuführrate während des Belüftungsschrittes aus den gleichen Gründen wie im bereits beschriebenen Verfahren gesteuert werden.

Es ist also möglich, Stickstoff und Phosphor aus dem Abwasser mit hoher Effizienz (über 90%) durch das zweite Verfahren zu entfernen.

Um die hocheffiziente Phosphor-Entfernung mittels der ersten und zweiten Verfahren nach der Erfindung zu erzielen, ist es notwendig, das Verhältnis der Rührzeit zur Belüftungszeit als auch der Zeit zur Durchführung des aus dem Rührschritt und dem Belüftungsschritt bestehenden Zyklus geeignet auszuwählen.

Die Fig. 8 ist ein Graph, der darstellt, wie sich der Prozentsatz der Phosphorentfernung relativ mit dem Verhältnis Rührzeit zu Belüftungszeit ändert. In Fig. 8 zeigt die Kurve A den Zustand, wenn der Zyklus, der aus dem Rührschritt und dem Belüftungsschritt besteht, in einer Stunde beendet ist, und die Kurve B das Verhältnis,

wenn der Zyklus in vier Stunden beendet ist.

Fig. 9 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen Phosphorentfernung und Länge des Zyklus, welcher aus dem Rührschritt und dem Belüftungsschritt besteht, zeigt. In Fig. 9 stellt die Kurve C den Zustand dar, wenn das Verhältnis von Rührzeit zur Belüftungszeit 1:3 beträgt und die Kurve D den Zustand, wenn das Verhältnis 1:1 beträgt.

Offensichtlich ist es wirksam, wie aus Fig. 8 und 9 ersichtlich, daß der aus dem Rührschritt und dem Belüftungsschritt bestehende Zyklus zur Erzielung hoch effizienter Phosphor-Entfernung innerhalb zweier Stunden beendet sein sollte und das Verhältnis von Rührzeit zur Belüftungszeit sollte zwischen 1:1 und 1:5 liegen.

Offensichtlich kann das Verfahren mit Belebtschlamm gemäß der Erfindung unter Verwendung einer relativ kleinen Anlage durchgeführt werden.

Gemäß dem Verfahren nach der Erfindung mit aktiviertem Schlamm ist es möglich, hoch wirksame Denitrifikation und Phosphorentfernung unter Verwendung einer relativ kleinen Anlage zu erzielen, da das Verfahren kein anaerobes Bassin benötigt, entsprechend dem oben erwähnten "Water SA", um Phosphate aus den aerobischen Bakterien zu eluieren.

Mit anderen Worten kann eine hocheffiziente Denitrifikation und Phosphorentfernung durch Verwendung von lediglich einem einzelnen Tank oder zwei Tanks er-

zielt werden.

Während beschrieben worden ist, was zur Zeit als bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrachtet wird, können selbstverständlich verschiedene Modifikationen durchgeführt werden, und in den beigefügten Ansprüchen sollen alle derartigen Modifikationen, wie sie unter den Erfindungsgedanken und den Schutzbereich der Erfindung fallen, durch diese abgedeckt sein.

## Bezugszeichenliste

=====

- 10 Tank
- 12 Trennplatte
- 14 Bassin
- 16 Behandlungsbassin
- 18 Luftverteiler
- 22 anaerobisches Bassin
- 24 Bassin mit Sauerstoffmangel-Zustand
- 26 anaerobisches Bassin
- 28 Absetzbecken
- 30 Anlage
- 32 Tank
- 34 Trennplatte
- 36 Bassin
- 38 Behandlungsbassin
- 40 Rühr- Belüftungsvorrichtung
- 41 Sammler
- 42 Rohr von 40
- 43 Sammler
- 44 Rohr von 40
- 46 Blaseinrichtung
- 50 DO-Sensor
- 52 Computer
- 54 Dekantierer
- 56 Leitung
- 58 Überlauf-Rohr
- 60 Überlauföffnung
- 62 Schwimmer
- 64 Stangenglied
- 66 Ablaß-Hahn
- 70 Absetz-Becken



FIG. 3

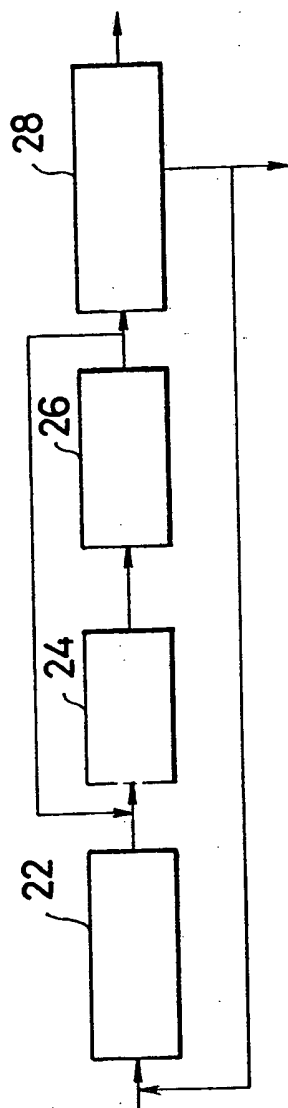


FIG. 4

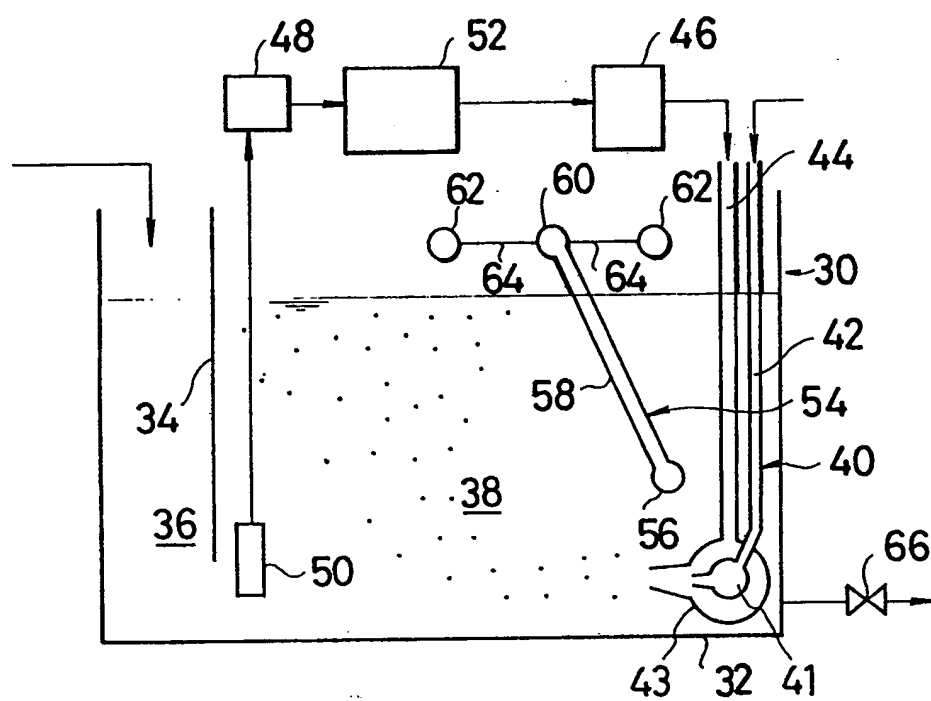
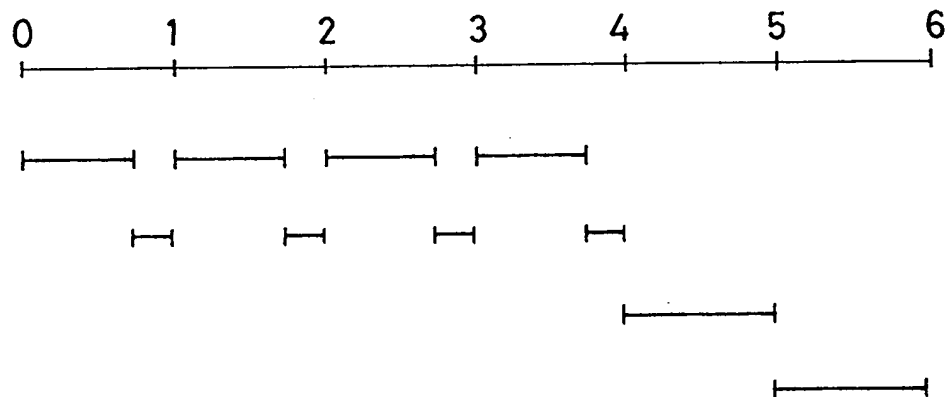


FIG. 5



-25-

FIG. 6

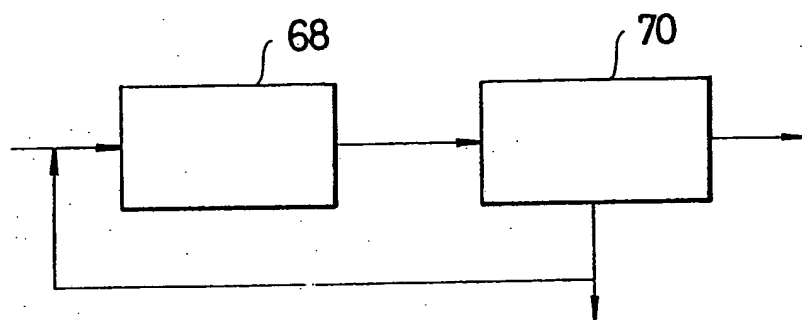


FIG. 7

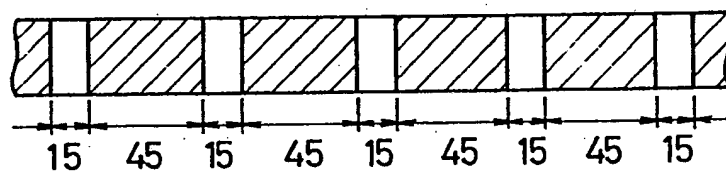


FIG. 8

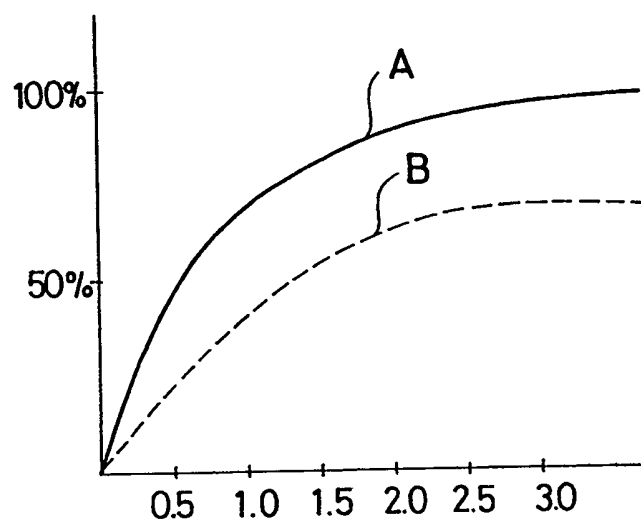


FIG. 9

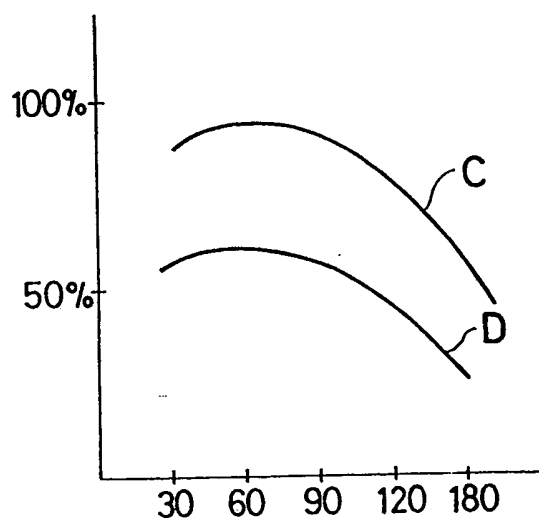


FIG. 1

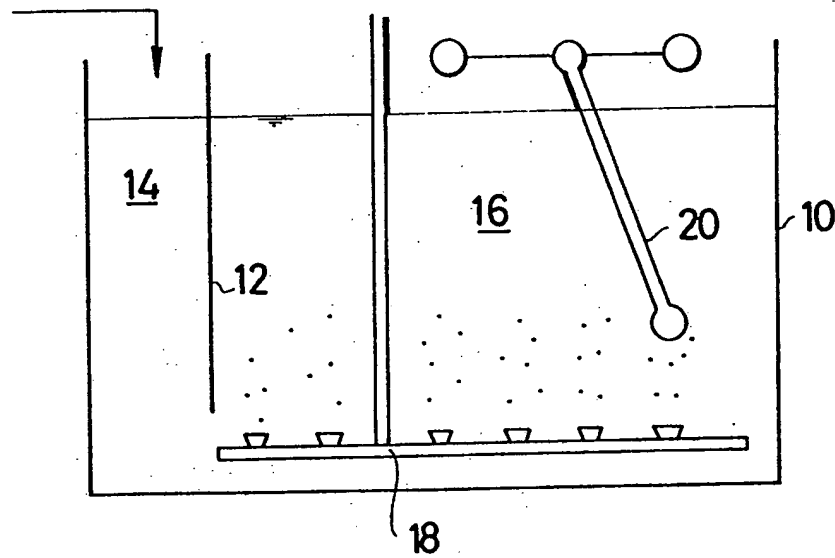


FIG. 2

